



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
Código: 32299  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Caracterización de Materiales mediante grandes instalaciones /  
Characterization of Materials by means of large installations

### 1.1. Código / Course number

32299

### 1.2. Materia / Content area

Técnicas avanzadas de caracterización de sólidos utilizando radiación sincrotrón /  
Advanced characterization techniques using synchrotron radiation

### 1.3. Tipo / Course type

Optativa/ Optional subject

### 1.4. Nivel / Course level

Máster/ Master (second cycle)

### 1.5. Curso / Year

1º/1<sup>st</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º/2<sup>nd</sup>

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish,  
English is also extensively used in teaching material

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Licenciatura o Grado en Física o Química e Ingeniería.



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
Código: 32299  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

## 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria al menos en un 80% / **Attendance at a minimum of 80% of in-class sessions is mandatory**

## 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / **Lecturer(s)** Dr. Leonardo Soriano de Arpe (Coordinador/**Coordinator**)  
Departamento de / **Department of:** Física Aplicada/**Applied Physics**  
Facultad / **Faculty:** Ciencias/**Sciences**  
Despacho - Módulo / **Office - Module** 607 - 12  
Teléfono / **Phone:** +34 91 497 4192  
Correo electrónico/**Email:** l.soriano@uam.es  
Página web/**Website:**  
Horario de atención al alumnado/**Office hours:** Cita previa / Previously scheduled

## 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de esta asignatura es conseguir/fomentar las competencias siguientes:  
**Competencias Específicas / Specific Competences**

### Conceptuales / **Knowledge**

- Conocer la tecnología implicada en un acelerador tipo sincrotrón y sus modos de operación.
- Comprender las distintas técnicas de caracterización que puedan realizarse en una instalación de Radiación Sincrotrón así como conocer el tipo de información que en cada caso pueda extraerse relacionada con los materiales en general y nanoestructurados en particular.
- Comprender y saber elegir tanto la instalación como la línea de luz apropiada para la determinación de las propiedades físicas y químicas de los materiales a estudiar.
- Aprender a extraer la información básica sobre los materiales ofrecidos por cada técnica de caracterización

### Procedimentales / **Skills**

- Conocimiento de los procesos necesarios para acceder a experimentos en una instalación de tipo RS.

El objetivo principal es hacer un repaso de las principales técnicas de caracterización que utilizan la Radiación Sincrotrón (RS). La RS se produce en un tipo de grandes



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
 Código: 32299  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 5 ECTS

instalaciones a partir de un acelerador de partículas cargadas. Las propiedades de este tipo de radiación en los Sincrotrones de última generación, que abarca un grandísimo espectro de la radiación electromagnética, permite la utilización de multitud de técnicas de caracterización avanzadas que van desde la espectroscopías, microscopías y técnicas de difracción, imágenes, holografías, etc. para la caracterización de muestras sólidas, líquidas e incluso gases. Por lo tanto, las instalaciones de RS reúnen científicos de muchos ámbitos y áreas de conocimiento distintos como físicos, químicos, biólogos, ingenieros, tecnólogos, etc. Se trata de que los alumnos conozcan qué tipo de información puede ofrecer cada técnica (estructura electrónica, cristalina, morfología, etc.) y qué requisitos se necesitan para aplicarla a los materiales en estudio. Se pretende que los estudiantes tengan la capacidad de decidir la técnica o técnicas de caracterización adecuadas para resolver un problema concreto, así como qué tipo de instalación y de línea deben elegir para llevar a cabo tal estudio. Se introducirán los fundamentos de las principales técnicas. Estos fundamentos se verán complementados con ejemplos de aplicaciones al estudio de la ciencia de materiales y nanotecnología. Seminarios puntuales serán impartidos por expertos en temas específicos.

A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, el estudiante, al finalizar el mismo, será capaz de:

- Alcanzar las competencias generales y específicas de la materia y adquirir los conocimientos teóricos y prácticos descritos en sus contenidos.
- Desarrollar las competencias de carácter personal, interpersonal y vinculado al desarrollo ético y responsable de la profesión.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

#### BÁSICAS

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
 Código: 32299  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 5 ECTS

## GENERALES

1 - Desarrollar destrezas teóricas y experimentales que permitan aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos adquiridos y relacionados con los retos que actualmente plantea la sociedad en lo referente a materiales avanzados con especial interés en Nanotecnología.

2- Saber trabajar en equipo y comunicarse con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de los materiales de nueva generación y sus implicaciones académicas, productivas o sociales.

3- Manejar las principales fuentes de información científica, siendo capaces de buscar información relevante a través de internet, de las bases de datos bibliográficas y de la lectura crítica de trabajos científicos, conociendo la bibliografía especializada en Nanotecnología.

4- Elaborar un trabajo escrito con datos bibliográficos, teóricos y experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso, tal y como se realizan los artículos científicos, formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

### Técnicas de caracterización mediante Instalaciones de Radiación Sincrotrón (RS)

1. Qué es la Radiación Sincrotrón (RS)
  - 1.1. Fundamentos y propiedades de la RS
  - 1.2. Cómo se produce la RS: aceleradores y anillos de almacenamiento
  - 1.3. Del anillo al experimento: líneas de Luz
  - 1.4. El futuro de la RS: El láser de electrones libres y el proyecto XFEL
  - 1.5. El Sincrotrón español ALBA
2. Bandas, estados y electrones: espectroscopías de fotoemisión con RS
  - 2.1. Fotoemisión con RS
    - 2.1.1. Ventajas de la RS en fotoemisión: intensidad, resolución, polarización, jugando con  $\lambda$ , secciones eficaces.
    - 2.1.2. Análisis e interpretación de espectros de fotoemisión
    - 2.1.3. Fotoemisión resonante y Mínimo de Cooper
  - 2.2. Aplicaciones de la fotoemisión con RS
    - 2.2.1. Resolución espacial: microscopía de fotoemisión (PEEM)
    - 2.2.2. Fotoemisión a altas energías (HAXPES)
    - 2.2.3. Fotoemisión a presión ambiental (NAPP)
  - 2.3. Fotoemisión de baja energía
    - 2.3.1. Propiedades de la fotoemisión de baja energía con RS
    - 2.3.2. Medida experimental de bandas
    - 2.3.3. Superficies de Fermi



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
 Código: 32299  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 5 ECTS

3. Geometría, química y magnetismo de la materia: espectroscopías de absorción de rayos-X
  - 3.1. La absorción de rayos X: una espectroscopía exclusiva de sincrotrón
    - 3.1.1. Fundamentos de la absorción de rayos X
    - 3.1.2. Métodos de detección
    - 3.1.3. Absorción de rayos X de baja energía: Fundamentos y Aplicaciones
    - 3.1.4. Cuando juegan los espines: Dicroísmo Magnético en Absorción
    - 3.1.5. Fundamentos del dicroísmo magnético
    - 3.1.6. Desentrañando el magnetismo en la materia.
    - 3.1.7. Absorción de rayos X de alta energía
    - 3.1.8. Descubriendo la valencia y la simetría de impurezas en materiales
  - 3.2. Distancias entre átomos y número de vecinos: EXAFS
    - 3.2.1. Fundamentos de EXAFS
    - 3.2.2. Análisis de espectros EXAFS
    - 3.2.3. Aplicaciones
4. La materia también emite luz: espectroscopía de emisión de rayos-X
  - 4.1. Fundamentos de la emisión de rayos-x
  - 4.2. Ejemplos: aplicaciones en aislantes y líquidos
5. Difracción y scattering con Radiación Sincrotrón: resolución de estructuras complejas y procesos en tiempo real
  - 5.1. Fundamentos
  - 5.2. Aplicaciones a la Difracción en monocristales con Radiación Sincrotrón
  - 5.3. Aplicaciones a la Difracción en polvo con Radiación Sincrotrón
  - 5.4. Scattering Anómalo
  - 5.5. Principios de SAXS y WAXS
  - 5.6. Difracción de Superficies

## 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- Core level spectroscopy of solids  
Groot, Frank de, CRC Press, ISBN: 9780849390715
- Elements of modern x-ray physics  
Als-Nielsen, Jens, John Wiley & Sons, ISBN: 9780470973943
- Magnetism and synchrotron radiation  
Beaurepaire, E. Springer-Verlag, ISBN: 3540420479
- Modern Techniques for Circular Dichroism and Synchrotron Radiation Circular Dichroism Spectroscopy Volume 1 Advances in Biomedical Spectroscopy  
Wallace BA, Janes RW. IOS Press, ISBN: 9781607500001
- Neutron and synchrotron radiation for condensed matter studies [Hercules course organized by Institute National Polytechnique de Grenoble...]  
Baruchel, José, Springer-Verlag, ISBN: 3540576932



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
Código: 32299  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

- NEXAFS spectroscopy  
Stöhr, Joachim, Springer-Verlag, ISBN: 3540544224
- Photoelectron spectroscopy principles and application  
Hüfner, Stefan, Springer-Verlag, ISBN: 3540418024
- Synchrotron Radiation Production and Properties  
Philip Duke, Oxford University Press, ISBN: 9780199559091
- Synchrotron Radiation Selected Experiments in Condensed Matter Physics  
Birkhauser (editor), Verlag, ISBN: 9783764325947
- The Physics of Synchrotron Radiation  
Albert Hofmann, Cambridge University Press, ISBN: 9780521037532
- Unoccupied Electronic States Fundamentals for XANES, EELS, IPS and BIS  
J.C. Fuggle, J.E. Inglesfield, Springer Verlag, ISBN: 3540541624

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

Se impartirán clases magistrales que se acompañarán debidamente con ejercicios prácticos y aplicaciones de cada técnica. Algunas clases tendrán carácter de seminarios sobre temas avanzados y alguna técnica de caracterización más específica. Se propondrán problemas y trabajos dirigidos, bien individuales o en grupo. Se utilizarán recursos informáticos para ilustrar algunas técnicas y se manejarán programas que permiten la interpretación y cuantificación de los resultados obtenidos.

También se incluirán, como prácticas, visitas a instalaciones del tipo de las estudiadas, como por ejemplo el Sincrotrón ALBA en Barcelona.

Se realizarán tutorías periódicas en las que los alumnos podrán consultar dudas sobre los aspectos en los que hayan encontrado mayores dificultades.



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
 Código: 32299  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 5 ECTS

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	39h (%)	34,4%=43h
	Clases prácticas		
	Realización del examen final	4 h (%)	
No presencial	Realización de actividades prácticas	18 h (%)	65,6%=82h
	Estudio semanal ( <b>8h/semana x 6 semanas</b> )	48 h (%)	
	Preparación del examen	16 h (%)	
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 5 ECTS</b>		<b>125 h</b>	

### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

La evaluación de la asignatura será continua tanto en las clases teóricas como prácticas. Se resolverán casos prácticos de las diversas técnicas estudiadas y los alumnos deberán presentar el análisis de los resultados de los casos planteados en clase. Se valorará la iniciativa de los alumnos para proponer problemas y casos prácticos relacionados con cada tema del curso.

La evaluación final del curso corresponderá a la suma de estas dos contribuciones:

1. 50% de la nota será evaluada a través de la realización de un examen de carácter conceptual de todas las partes de que consta la asignatura al final del curso. Se valorará los conocimientos adquiridos de las competencias generales definidas en el punto 1.
2. el 50% restante con la entrega y presentación de un trabajo centrado en una de las técnicas estudiadas. El alumno tendrá libertad para elegir la técnica sobre la que verse el trabajo, siéndole asignado un tutor especializado en esa técnica. Se valorará los conocimientos adquiridos de las competencias generales definidas en el punto 2, 3 y 4.

La evaluación de la convocatoria extraordinaria será exactamente igual a la anterior salvo que los trabajos se entregarán escritos sin necesidad de efectuar una presentación.

En los exámenes escritos se evaluarán los resultados del aprendizaje relacionados con la adquisición de contenidos teóricos y su aplicación, así como el análisis crítico y la capacidad de síntesis. Se evaluarán las competencias CB6, CB7, CB8, 3 y 4.



Asignatura: Caracterización de Materiales mediante Grandes Instalaciones  
 Código: 32299  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 5 ECTS

En la elaboración de informes y exposición pública de trabajos por parte de los estudiantes, se evaluará la capacidad de análisis y síntesis, de búsqueda y selección de información y de presentación e interpretación de resultados. Se evaluarán las competencias 1, 2, 3 y 4.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Tema 1 - 2	6,5	13,5
2	Tema 2	6,5	13,5
3	Tema 2 -3	6,5	13,5
4	Tema 3	6,5	13,5
5	Tema 4 - 5	6,5	13,5
6	Tema 5	6,5	13,5

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.